

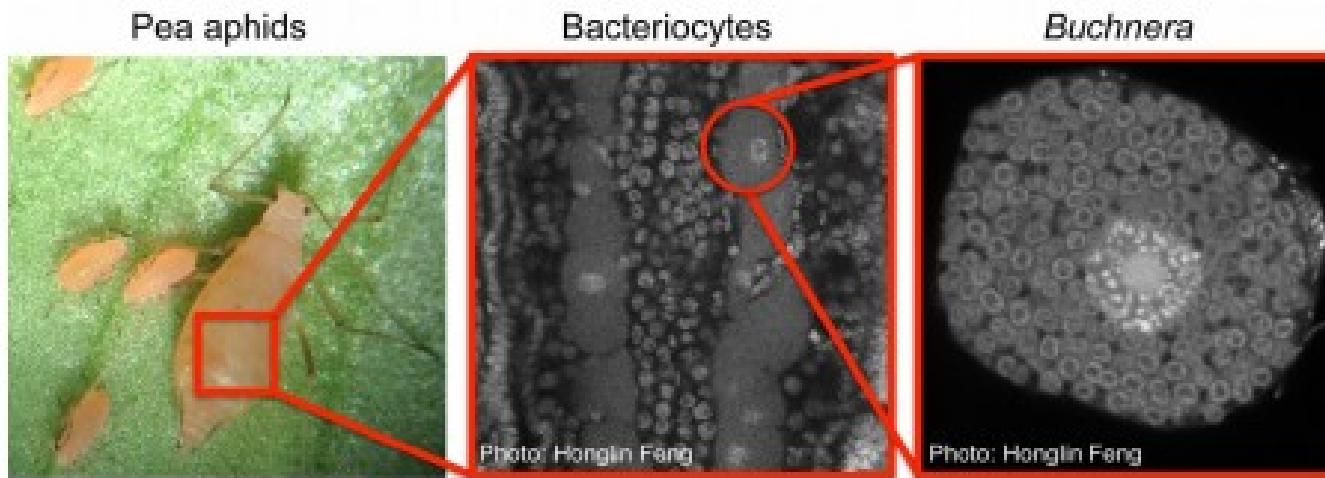
II. Les endosymbioses, mécanismes et évolution des génomes

La symbiose est définie comme une association durable, à bénéfices réciproques, entre deux êtres vivants appelés symbiotes.

Lorsque l'un des partenaires vit à l'intérieur des tissus ou des cellules de l'autre partenaire, l'association est alors appelée **endosymbiose**.

En quoi les endosymbioses participent-elles à l'évolution des génomes ?

1- Un exemple d'endosymbiose



Les bactéries *Buchnera* vivent à l'intérieur de cellules particulières des pucerons, les bactériocytes.

Elles apportent aux pucerons les acides aminés essentiels qu'ils ne peuvent pas synthétiser (sans ces acides aminés, les pucerons dépérissent et deviennent stériles). En retour, les pucerons leur apportent des éléments nécessaires aux synthèses comme l'azote et le soufre et la protection par rapport au milieu.

L'association est durable et bénéfique aux 2 symbiotes dont l'un vit à l'intérieur de l'autre : il s'agit bien d'une endosymbiose.

L'endosymbiose apporte des contraintes :

Les symbiotes ne peuvent pas vivre ni se reproduire s'ils sont séparés.

Elles confèrent aussi des avantages sélectifs :

Les bactéries bénéficient d'une protection et les pucerons d'une source de nutriments.

L'endosymbiose s'accompagne de modifications des génomes :

Les bactéries ont perdu un nombre important de gènes qui ne leur étaient plus indispensables comme par exemple celui permettant la synthèse de la paroi bactérienne.

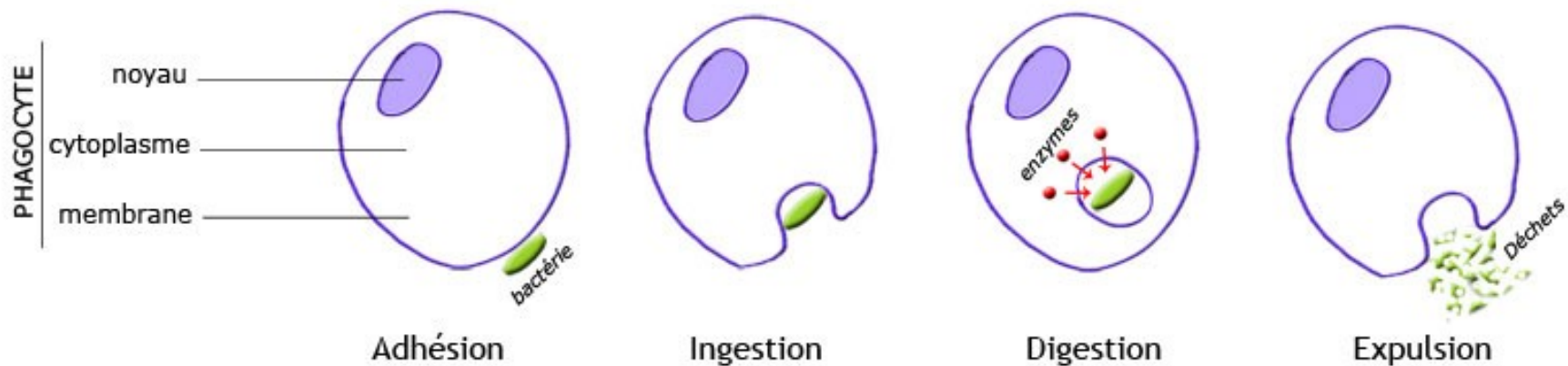
Endosymbioses et diversification du vivant

Certains organismes incorporent au sein même de leurs cellules des organismes unicellulaires microscopiques. Une telle association, si elle est bénéfique pour les deux partenaires, constitue une **endosymbiose**. Souvent, le génome de la cellule intégrée régresse, mais certains de ses gènes sont transférés au génome de la cellule hôte. De telles endosymbioses sont fréquentes dans le monde vivant. En dotant les organismes qui en bénéficient de nouvelles propriétés, elles permettent une **meilleure adaptation à l'environnement** et jouent un rôle important dans leur évolution.

2 – L'origine endosymbiotique des chloroplastes et des mitochondries

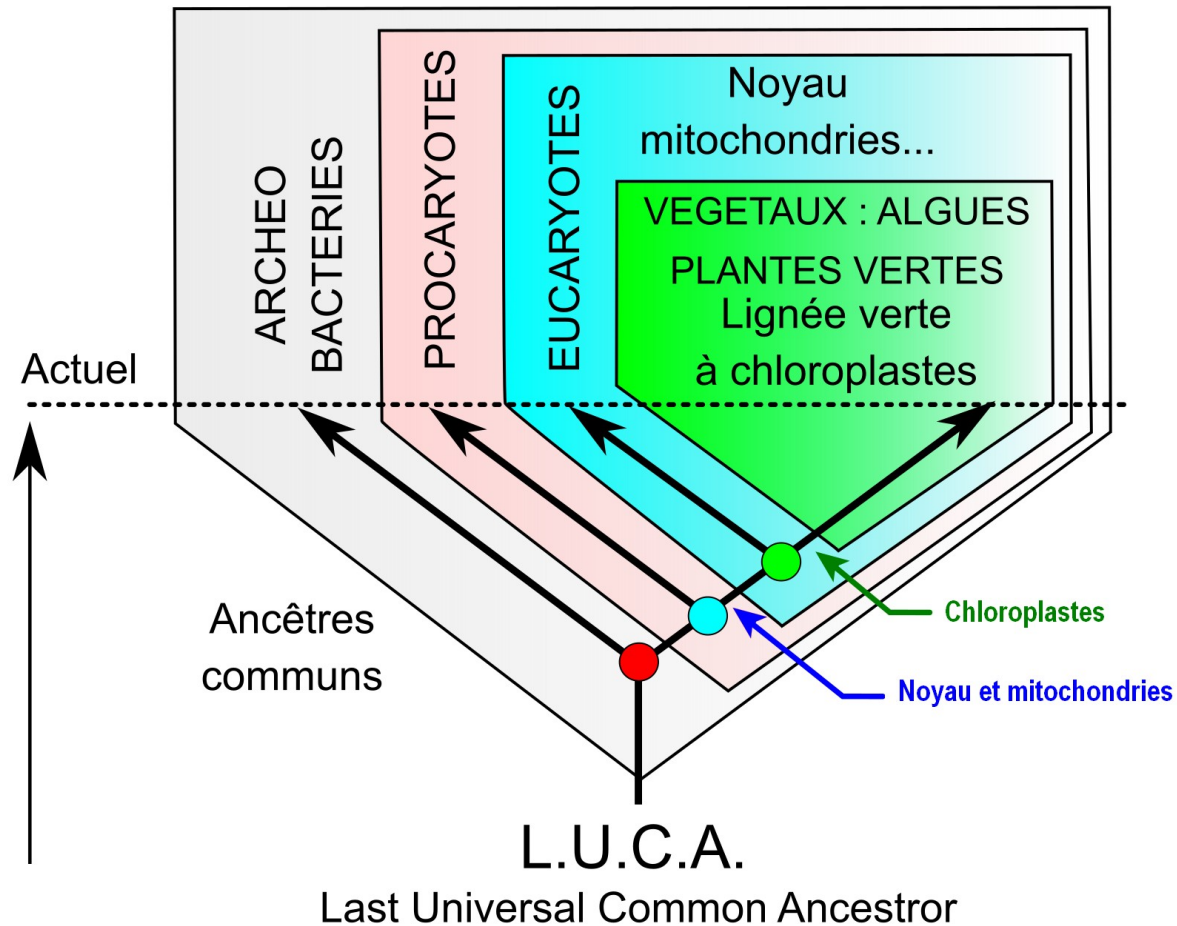
La **théorie endosymbiotique** postule que les mitochondries et les chloroplastes sont d'anciennes bactéries qui auraient été phagocytées par d'autres cellules bactériennes au cours de l'évolution du vivant.

Les étapes de la phagocytose



Divers arguments confirment la théorie endosymbiotique :

- La taille des chloroplastes et des mitochondries est comparable à celle des bactéries
- Ces deux organites sont dotés d'une double membrane : une membrane externe semblable à la membrane plasmique qui se referme pour former la vésicule d'endocytose et une membrane interne présentant des analogies avec la membrane bactérienne.
- Les deux organites renferment de petites molécules d'ADN nu comme l'ADN bactérien. Il se réplique indépendamment de l'ADN du noyau et commande la synthèse de protéines grâce à des ribosomes de type bactérien situés dans les organites.
- Chloroplastes et mitochondries se divisent par étranglement après avoir répliqué leur ADN comme le font les bactéries.
- Les chloroplastes renferment des pigments chlorophylliens contenus dans des thylakoïdes comme les cyanobactéries.



L'analyse des génomes a confirmé que des cellules eucaryotes primitives ont absorbé par endocytose, il y a 1,5 à 2 milliards d'années, des bactéries aérobies pratiquant la respiration qui sont devenues des mitochondries. Le même phénomène s'est produit pour l'absorption de cyanobactéries photosynthétiques qui sont devenues des chloroplastes.

L'acquisition des chloroplastes a permis d'exploiter les molécules minérales contenues dans le milieu grâce à la photosynthèse.

L'acquisition des mitochondries a permis aux cellules de passer d'un métabolisme fermentaire produisant peu d'énergie à un métabolisme respiratoire produisant beaucoup plus d'énergie. Les ressources énergétiques sont ainsi bien mieux exploitées

Rendement de la fermentation : 100 molécules de glucose fournissent 2 molécules d'ATP riches en énergie.

Rendement de la respiration cellulaire : 100 molécules de glucose permettent de synthétiser 40 molécules d'ATP.

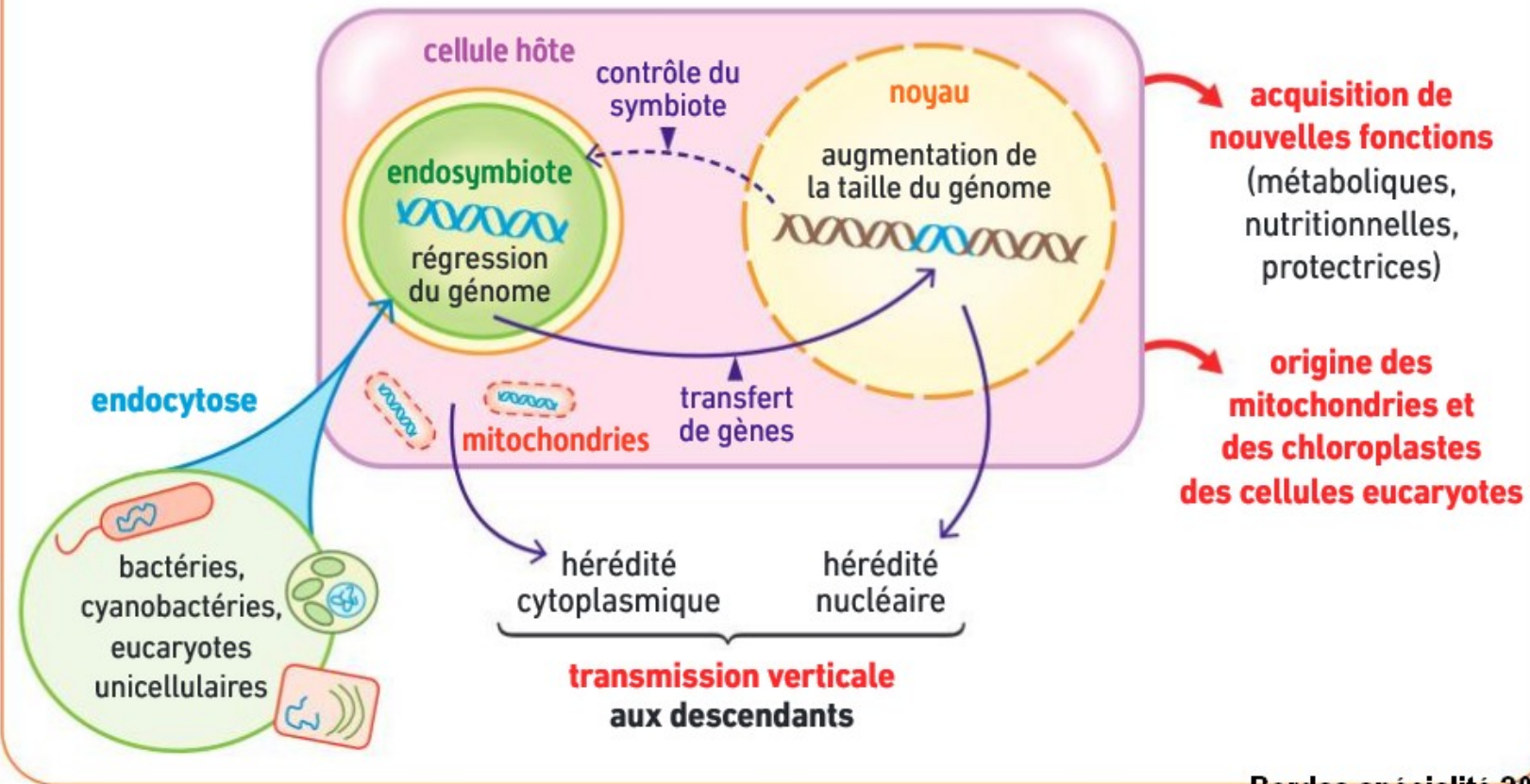
Organite ou organisme	Espèce	Taille du génome (10 ³ nucléotides)	Nombre de gènes codant pour des protéines
Chloroplaste	Tabac	156	76
	Riz	134	76
	Maïs	140	76
	Pin	120	69
Cyanobactérie	Nostoc	6 413	5 368
	<i>Synechocystis</i>	3 573	3 168
Mitochondrie	Laminaire	38	39
	Arabette	367	31
α-protéobactérie	Caulobacter	4 017	3 767
	<i>Mesorhizobium</i>	7 596	7 281

Si l'on considère que les mitochondries sont des endosymbiontes obtenues à partir des ancêtres des alpha protéobactéries et que les chloroplastes sont des endosymbiontes obtenus à partir des ancêtres des cyanobactéries, on observe que le génome des endosymbiontes a régressé

L'endosymbiose s'accompagne souvent d'une régression du génome de l'endosymbionte. Cette régression s'explique par le transfert horizontal de gènes de l'endosymbionte au génome de la cellule hôte.

Ce transfert contribue à la complexification du génome de la cellule hôte.

L'enrichissement des génomes par endosymbiose



Bordas spécialité 2020

Les mitochondries et les chloroplastes étant capables de se diviser de manière autonome, leur information génétique est transmise aux cellules filles indépendamment de l'ADN nucléaire : **on parle d'hérédité cytoplasmique.**